

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет географии и геоэкологии

На правах рукописи

Батршина Софья Фаритовна

**ДИНАМИКА СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ
ТАТАРСТАНА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX СТОЛЕТИЯ**

Специальность 25.00.30 – метеорология, климатология,
агрометеорология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Казань - 2005

Работа выполнена в Казанском государственном университете на кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы.

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Переведенцев Юрий Петрович

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор
Васильев Александр Александрович
доктор географических наук, профессор
Калинин Николай Александрович

Ведущая организация: Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования «Саратовский
государственный университет»

Защита состоится 3 марта 2005 г. в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 212.08120 Казанского государственного университета по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корп. 2, ауд. 1512.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. Н. И. Лобачевского Казанского государственного университета.

Отзывы на автореферат (в 2-х экземплярах, заверенных печатью учреждения) просим направлять по указанному адресу ученому секретарю диссертационного совета.

Автореферат разослан «28» января 2005 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат географических наук, доцент

Ю. Г. Хабутдинов

Общая характеристика работы.

Актуальность темы. Актуальность темы диссертации обусловлена необходимостью изучения последствий беспрецедентных изменений современного климата, происходящих в настоящее время, как в глобальном, так и в региональном плане, и важностью оценки состояния климатических ресурсов, а также практическими потребностями в изучении характеристик снежного покрова для нужд сельского хозяйства, в целях оптимизации работы транспорта и других коммуникаций. Распределение снежного покрова, продолжительность его залегания, условия таяния и количество образующейся весной талой воды имеют существенное значение для различных отраслей народного хозяйства, особенно для сельского хозяйства, где от запасов воды в снеге зависят урожаи, а также выпас скота на заливных лугах. Запасы воды в снеге играют определяющую роль при весеннем половодье, влияют на увлажнение почвы при севе яровых и росте озимых культур. Кроме того, следует подчеркнуть важность знания закономерностей распределения снежного покрова для оценки климатических ресурсов республики, к которым, несомненно, относится и снежный покров. Прогнозы снегопадов чрезвычайно важны при обслуживании аэропортов, железнодорожного и автомобильного транспорта. Информация о снежном покрове нужна для бережного управления водными и почвенными ресурсами и защиты их от вредного антропогенного влияния. Лесное хозяйство, планирование посадок, деревозаготавливающая и деревообрабатывающая промышленность не могут обойтись без знаний о режиме снежного покрова в нашей полосе. В строительстве, при инженерном конструировании, при проектировании гидроэлектростанций необходимо уметь рассчитывать снеговые нагрузки на различные поверхности. Для Татарстана первостепенную важность имеет нефтедобывающая промышленность, где учет влияния снежного покрова нужен при строительстве нефтепроводов. В последние годы все большую популярность получает снежный покров в рекреационном значении: деятельность курортов, санаториев, профилакториев и др.

Имеющиеся работы о снежном покрове (СП) Татарстана не дают полной его характеристики и не описывают его динамику во второй половине XX века. Все вышесказанное указывает на необходимость проведения этих исследований.

Целью настоящей работы является изучение динамики снежного покрова во второй половине XX столетия в Республике Татарстан (РТ). В соответствии с поставленной целью решались следующие

задачи:

1. Анализ циркуляционного и температурного режимов, сумм осадков за холодный период с 1900 по 1997 г. Оценка континентальности исследуемого региона.
2. Изучение изменения сроков образования и разрушения устойчивого снежного покрова и продолжительности его залегания.
3. Выявление влияния температуры воздуха холодного периода на продолжительность залегания снежного покрова.
4. Исследование характеристик СП за период с 1961 по 2001 г. и изучение влияния водохранилищ на снежный покров с помощью построения карт распределения высоты СП, запасов воды в СП и продолжительности залегания снежного покрова в РТ.
5. Поиск взаимосвязи между высотой снежного покрова и запасами воды в нем и состоянием солнечной активности.

Исходная информация и методы исследования.

В работе проанализирован материал, касающийся пространственно-временной изменчивости высоты снежного покрова и запасов воды в нем за 41 год (1961 - 2001 гг.), поскольку для данного периода отсутствуют какие-либо обобщающие работы. Учитывались все ежегодные измерения, проводимые с 10-го января до 10-го апреля или времени полного схода снежного покрова. Измерения высоты снежного покрова и запасов воды в нем проводились на 23-х станциях и постах РТ по постоянным полевым маршрутам.

Для оценки векового хода температуры воздуха и сумм осадков за холодный период были использованы данные Гадлеевского центра по изучению климата (Англия) полученные из Интернета для квадрата $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ ($55^{\circ} - 60^{\circ}$ с.ш. и $45^{\circ} - 50^{\circ}$ в.д.).

В диссертации также использовались среднедекадные температуры воздуха (1961-2000 гг.), полученные в ходе регулярных измерений на станциях республики.

Кроме того, в работе были рассмотрены материалы снегомерных наблюдений, проводимых в Раифском заповеднике в период с 1963 по 1973 г.

В связи с пропусками в журналах наблюдений за датами разрушения и установления устойчивого снежного покрова были предприняты шаги по восстановлению исходных рядов. Недостающие данные наблюдений для станций республики были получены методом разностей. Средние многолетние данные по срокам образования и

разрушения устойчивого снежного покрова (УСП) в РТ приводились к двум опорным станциям: Казань-Опорная и Мензелинск (период наблюдений 41 год). Обработка этих данных и построение таблиц, графиков и карт производились на ПК с применением Microsoft Excel, Surfer.

Достоверность результатов работы подтверждается качеством исходных материалов наблюдений государственной сети Росгидромета, проведением экспериментальных исследований в соответствии со стандартными требованиями, корректным применением методов исследования при решении поставленных задач и обработке исходных материалов, согласованием полученных результатов с данными фактических наблюдений.

Научная новизна диссертации состоит в том, что в работе впервые рассмотрена динамика снежного покрова в Татарстане за период с 1961 г. по 2001 г. Кроме того, в диссертации произведен анализ различных факторов, влияющих на изменение снежного покрова, дана оценка степени их влияния, получены новые данные о пространственной корреляции характеристик снежного покрова. Впервые построены карты распределения снежного покрова и запасов воды в нем, продолжительности залегания снежного покрова, дат установления и разрушения устойчивого снежного покрова в Татарстане для рассматриваемого периода.

Создана электронная база данных по снежному покрову Республики Татарстан, включающая все материалы маршрутных снегомерных наблюдений, которые проводились на станциях республики с 1961 по 2001 год.

Практическое значение работы. При использовании результатов работы возможна значительная экономия бюджета республики на работах по снегозадержанию в районах водохранилищ. Полученные сведения о зависимости продолжительности залегания снежного покрова от зимних температур воздуха могут быть использованы при выращивании озимых сортов зерновых культур на полях республики. Созданная электронная база данных используется в повседневной работе УГМС РТ.

Положения, выносимые на защиту:

1. Перечень дат установления и разрушения УСП во второй половине XX столетия.
2. Оценка продолжительности залегания УСП в целом по территории республики, и особенно в малоизученных районах водохранилищ.
3. Установленная зависимость продолжительности залегания УСП от температур воздуха холодного периода.

4. Обнаруженное расположение очагов максимальных высот СП и запасов воды в снеге к водохранилищам.
5. Выявленная зависимость изменений режима снежного покрова от состояния солнечной активности.

Апробация работы. Основные теоретические положения и практические результаты работы отражены в 4 научных публикациях и представлялись на научных конкурсах и конференциях: Итоговая научная конференция Казанского государственного университета (Казань, 2002, 2003, 2004, 2005); Республиканский конкурс научных работ среди студентов и аспирантов на соискание премии имени Н. И. Лобачевского (Казань, 2002); Всероссийская научная конференция, посвященная 200-летию Казанского университета «Современные глобальные и региональные изменения геосистем» (Казань, 2004), Научный семинар кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского государственного университета (Казань, 2004).

Структура и объем работы. Диссертация состоит из 140 страниц текста: введения, 4 глав, заключения, включает 55 рисунков, 27 таблиц; список литературы из 111 наименований и приложения.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, поставлены цели и задачи исследования, определены основные научные положения исследования. Охарактеризована научная новизна и практическая ценность работы.

В первой главе дается краткий обзор литературных источников, посвященных изучению снежного покрова в различных физико-географических условиях. Снежный покров рассматривается как географический фактор, описываются методы изучения снежного покрова и методы обработки данных. Здесь дается подробная характеристика системы снегомерных наблюдений: ежедневные снегомерные наблюдения, снегомерные съемки. Приводится физико-географическая характеристика Татарстана. Дано описание климатообразующих факторов в зимний период.

Во второй главе проанализирован температурный режим холодного полугодия: вековой ход температуры воздуха и сумм осадков в регионе. Отмечены особенности атмосферно-циркуляционных условий Республики с использованием форм циркуляции Вангенгейма-Гирса.

Рассмотрена динамика циркуляции атмосферы с использованием форм циркуляции Вангенгейма-Гирса (западная – W, восточная – E и меридиональная – C) за XX столетие, особое внимание уделено последним десятилетиям (1961-2001 гг.). Согласно проведенному исследованию во второй половине XX века отмечается увеличение числа дней с западной и восточной формами циркуляции на фоне

уменьшения повторяемости восточной формы, что приводит к росту интенсивности осадков, снегонакоплению, понижению степени континентальности климата исследуемого региона. То есть зимы становятся мягче и многоснежнее.

Термические и циркуляционные характеристики, суммы осадков за холодный период в регионе исследовались на протяжении XX столетия. За период 1900-1997 г. большие аномалии ($|\Delta t| > \sigma$) отмечались в 20 зимах, а экстремальные ($|\Delta t| > 2\sigma$) – в 9 зимах из 98-и. В остальных случаях изменения температуры не превышали отмеченных пороговых значений (σ и 2σ). По средним многолетним оценкам, температура воздуха в РТ принимает отрицательные значения осенью примерно 20 октября, весной переход от отрицательных к положительным температурам происходит 2 апреля. Таким образом, продолжительность холодного периода составляет 165 дней по средним многолетним оценкам.

В ходе анализа вековой и межгодовой изменчивости сумм осадков также выявлена значительная межгодовая изменчивость значений. Самое большое количество осадков за зиму было в 1913-1914 году и составило 345 мм, а самое низкое – 113,9 мм - в 1944-1945 году.

Для комплексной оценки состояния климата в регионе была использована безразмерная характеристика – индекс Педя (W):

$W_i = (\Delta Q / \sigma_q) + (\Delta t / \sigma_t)$, где ΔQ и Δt – величины аномалий сумм осадков и температуры воздуха, σ_q , σ_t – их средние квадратические отклонения от средних многолетних значений. Использовались следующие критические значения этого параметра: если $W_i > 2$, то зима считается теплой и многоснежной; если $W_i < -2$, то зима считается холодной и малоснежной. Согласно этим критериям, на территории Татарстана теплыми и многоснежными оказались 12 зим, а холодными и малоснежными – 7 зим за период с 1900 по 1997 гг.

В третьей главе основное внимание уделено изучению продолжительности залегания устойчивого снежного покрова (УСП). Здесь исследовались условия образования и разрушения устойчивого снежного покрова, и оценивалась зависимость продолжительности залегания УСП от средних зимних температур воздуха.

Анализ показал, что произошло смещение дат установления и разрушения снежного покрова к более поздним срокам. При этом наблюдается увеличение продолжительности залегания снежного покрова в целом по республике, и особенно в районах водохранилищ.

Выявлено, что постоянный снежный покров образуется ко времени устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через -5°C , в среднем по РТ он происходит 20 ноября, а образование УСП отмечается 17 ноября. Наиболее раннее установление снежного покрова в республике приходится на 8 ноября в Миньярово и на 10

ноября в Бугульме (восток и юго-восток республики, максимальная высота станций над уровнем моря). В остальных пунктах устойчивый снежный покров образуется между 12 и 24 ноября. Таким образом, разность в территориальном распределении сроков образования снежного покрова составляет 12 дней по средним многолетним оценкам. Видно, что на большинстве станций УСП образуется во второй декаде ноября. При этом средняя многолетняя температура воздуха второй декады ноября за эти годы составляет ($-4,3^{\circ}\text{C}$).

Установление СП в Татарстане происходит в направлении с северо-востока на юг и юго-запад.

В отдельных случаях образование УСП может сильно задерживаться и произойти только в декабре или даже в январе. Самое позднее установление УСП было зафиксировано в Поповке в зиму 1982-83 гг., когда устойчивый СП на станции образовался 4 января. В эту же зиму на всей территории РТ наблюдалось позднее установление СП – 3-я декада декабря. В течение холодного периода наблюдались значительные изменения средних декадных температур воздуха. В отдельных случаях положительные аномалии находились в диапазоне $3 - 10^{\circ}\text{C}$. В атмосферной циркуляции в ноябре и декабре отмечалось преобладание западной формы циркуляции, которая в январе и феврале сменилась преобладанием восточной формы циркуляции. На отдельных станциях, в силу особенностей их расположения и за счет разницы в температуре воздуха по территории республики, снежный покров устанавливается аномально поздно, по сравнению с остальными станциями РТ. Так, в зиму 1962-63 гг. СП на северо-востоке РТ установился лишь 21 декабря, тогда как на большей территории республики на три недели раньше – 30 ноября - 2 декабря. Дата образования УСП смещается к более поздним срокам.

Разрушение УСП в РТ происходит в более короткие сроки, чем его установление. Это связано с быстрым ростом температуры воздуха в весенние месяцы. Разрушение УСП в РТ по средним многолетним данным происходит 9 апреля. Раньше всего снег сходит в Бурундуках, Буинске и Миньярово (2-6 апреля), позднее – в Лаишево, Бугульме, Казани, Арске и Елабуге (12-14 апреля). В Казани снег сходит в среднем 12 апреля. Разрушение УСП идет с юго-запада на северо-восток. Самое позднее разрушение отмечалось в Лаишево в зиму 1978-79 гг., когда снег сошел только 1 мая, самое раннее – в Миньярово, 15 марта 1960-61 гг. Амплитуда сроков разрушения УСП в РТ составляет 47 дней, а межгодовая изменчивость колеблется от $+25$ до -20 дней. Имеется тенденция к более позднему разрушению УСП.

Средняя по территории РТ продолжительность залегания УСП составляет 143 дня, однако в Лаишево, Арске, Елабуге, Бугульме она

увеличивается на 7-12 дней. Абсолютный минимум по республике составил 98 дней в 1974-75 гг., а абсолютный максимум – 169 дней в 1976-77, 1988-89, 1993-94 гг. Несмотря на некоторое уменьшение продолжительности залегания УСП в РТ в 90-х годах XX века, в целом рассматриваемый период (1961-2001 гг.) характеризуется увеличением продолжительности залегания снега. Вероятно, что образование ярко выраженных областей максимальных значений продолжительности залегания УСП в районах Елабуги и Лаишево связано с влиянием водохранилищ. Однако продолжительность залегания УСП связана не только с направлением и скоростью ветра над водохранилищем, она также обусловлена рельефом подстилающей поверхности, что хорошо видно на примере Бугульмы и температурой воздуха в зимний период.

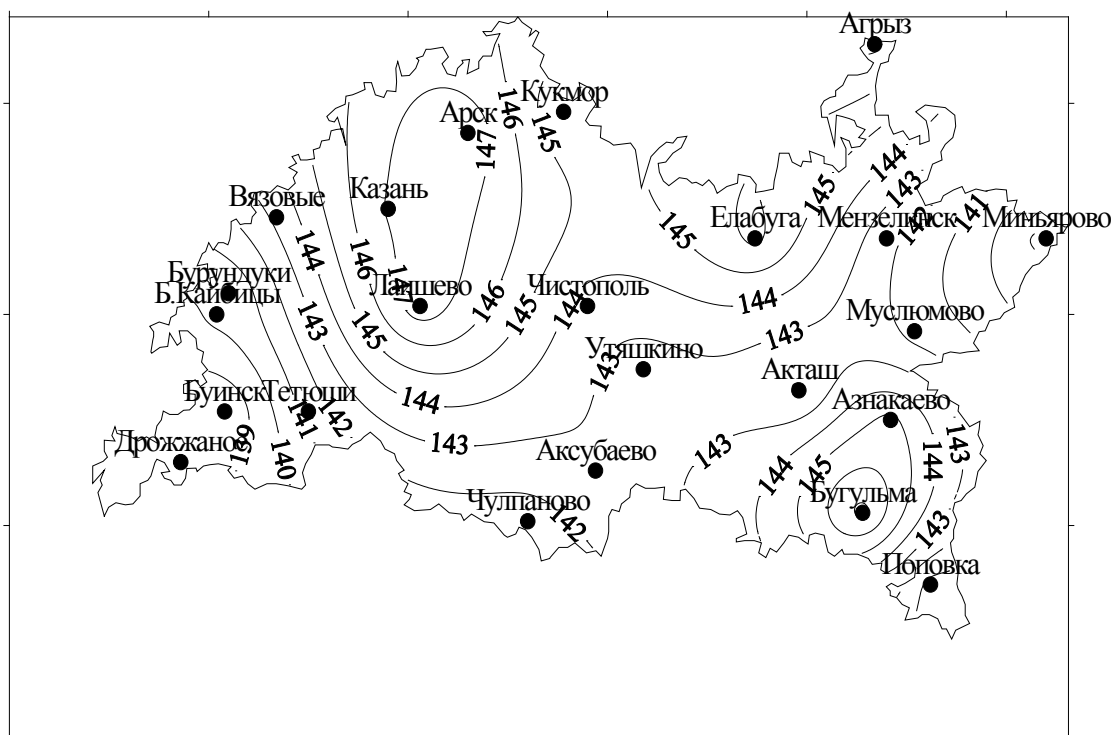


Рис. 1. Среднегодовая продолжительность залегания снежного покрова в Татарстане в днях (1961-2001 гг.)

Изучению и прогнозу температура воздуха (ТВ) в приземном слое воздуха посвящено большое количество научных работ. При наличии достоверного прогноза температуры воздуха можно на его основе вычислять ход других элементов, в том числе и продолжительности залегания снежного покрова.

Для установления статистической зависимости между средней температурой холодного периода и продолжительностью залегания

устойчивого снежного покрова в работе использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмана, который вычислялся по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^m (r_i - s_i)^2,$$

где m - длина ряда, r_i и s_i - ранги i -го значения температуры воздуха и продолжительности залегания УСП соответственно.

Величина коэффициента варьируется от 0, если последовательности рангов полностью совпадают, до $(m^3 - m)/3$, когда последовательности полностью противоположны.

Также был рассчитан нормированный, коэффициент ранговой корреляции Спирмана по формуле:

$$\rho = 1 - \frac{6S}{m^3 - m},$$

где m - длина ряда, S – ненормированный коэффициент ранговой корреляции Спирмана. Его величина варьирует от +1 до –1 и свои крайние значения принимает в случаях полной предсказуемости одной ранговой последовательности по другой.

В работе использовались измерения ТВ и $T_{УСП}$ за 40 лет ($m = 40$). Нормированный коэффициент оказался равным 0,97, то есть продолжительность залегания устойчивого снежного покрова на 48,5 % зависит от средней зимней температуры воздуха.

Опираясь на полученные результаты, был определен вид уравнения регрессии для последующего вычисления $T_{УСП}$ по значениям заранее спрогнозированной ТВ. Коэффициенты a и b в уравнении вида $y = a + bx$ были найдены методом наименьших квадратов. При средней ТВ холодного периода равной $-8,8^{\circ}\text{C}$ и средней продолжительности залегания СП – 143 дня вычисленные коэффициенты a и b , соответственно оказались равными 105,33 и –4,26. В результате получено уравнение регрессии вида:

$$y = 105,33 - 4,26 x$$

или

$$T_{УСП} = 105,33 - 4.26 t.$$

которое позволяет прогнозировать продолжительность залегания снега в республике по известным температурам воздуха.

В четвертой главе анализируется динамика высоты снежного покрова и запасов воды в нем с 1961 по 2001 г. Здесь излагаются результаты изучения изменчивости характеристик снежного покрова во времени и пространстве. Выявлено, что очаги максимальных высот СП и запасов воды в снеге, как и в случае продолжительности залегания УСП оказываются, приурочены к водохранилищам. Подобное перераспределение снега по территории республики можно наглядно представить при построении карт распределения СП. Особый интерес представляют карты, иллюстрирующие влияние водохранилищ на окружающую среду и на распределение зимних осадков

Максимальные значения высоты СП в 1,5-2,5 раза превышают средние многолетние значения (\bar{X}). Для запасов воды в СП максимальные значения отличаются от средних многолетних в 1,5-2,0 раза. Так, в Казани \bar{X} составило 51 см, X_{\max} -80 см, X_{\min} -26 см для высоты снега, для запасов воды в СП \bar{X} -140,9 мм, X_{\max} -241 мм, X_{\min} -68 мм. В Лаишево соответственно - 46 см, 82 см, 25 см для высоты СП и 137,2 мм, 246 мм и 68 мм для запасов воды в СП. В Елабуге эти значения равны 51 см, 81 см, 30 см и 139,7 мм, 259 мм, 70 мм соответственно. В то же время максимумы в 3 - 6 раз превышают минимальные значения, как по высоте СП, так и по запасам воды в СП. Последнее свидетельствует о достаточно большой временной изменчивости высоты СП и запасов воды в СП. Наибольшие значения изменчивости высоты СП свойственны Агрызу (65 см), Аксубаево (67 см), Акташу (71 см). По запасам воды в СП можно выделить следующие станции: Б. Кайбицы (201 мм), Вязовые (198 мм), Чистополь (199мм) и Чулпаново (192 мм). Однако данные по Чистополю могут быть преувеличены, т.к. измерения СП на этой станции в период с 1961 по 1965 гг. носили несистематический характер, а минимальные значения, как по высоте СП, так и по запасам воды в СП, приходится на этот промежуток времени. Наименьшая межгодовая изменчивость высоты СП отмечается в Азнакаево (39 см), Миньярово (39 см), Поповке (38 см), а наименьшая межгодовая изменчивость запасов воды в СП характерна для Миньярово (118 мм) и Поповки (124 мм). Таким образом, можно сказать, что для всей территории РТ свойственна большая временная изменчивость в распределении СП, исключением является восток и юго-восток республики.

Для оценки пространственной тесноты связи в СП между отдельными пунктами рассчитывался коэффициент корреляции. Оказалось, что значимые коэффициенты корреляции характерны практически для всех станций (0,50 - 0,88) как по высоте СП, так и по запасам воды в нем. В качестве опорного пункта был выбран

Чистополь (как станция, находящаяся в центральной части республики). Можно констатировать хорошую и высокую согласованность данных почти по всей территории республики. Исключением являются Бугульма, Поповка и Миньярово, причем, между этими тремя станциями коэффициент корреляции достаточно высок, что по-видимому, объясняется характером рельефа. Весь юго-восток республики отличается по рельефу от равнинного, который преобладает в РТ.

Расчеты среднего квадратического отклонения (σ), характеризующего межгодовую изменчивость, для высоты СП (табл. 1) по данным снегомерных съемок показали, что оно изменяется от 9,29 см в Миньярово до 14,53 см в Дрожжаном. Для запасов воды в СП (табл. 2) получилась следующая картина: от 29,47 мм в - Муслюмово, до 45,59 мм - в Казани и 46,12 мм - в Чистополе. Вычисленное значение коэффициента вариации по высоте СП изменяется от 0,26 в Бугульме и Елабуге, до 0,45 - в Дрожжаном, по запасам воды в СП - от 0,29 в Агрызе, Поповке и Чулпаново, до 0,41 - в Чистополе и 0,40 - в Миньярово. Это говорит о том, что колебания высоты СП и запасов воды в нем уменьшаются при движении с запада на восток, где оказываются минимальными. Большие аномалии по высоте СП ($|\Delta h| > \sigma$) чаще всего обнаруживаются в Азнакаево и Бугульме (15 лет из 41), реже - в Чулпаново и Акташе (6 лет из 41). С 1961 по 2001 гг. экстремальные аномалии ($|\Delta h| > 2\sigma$) наблюдались примерно в 5 - 10 % лет на всех станциях. Однако в Бугульме таких случаев не зафиксировано, хотя значения больших аномалий были очень близки к экстремальным значениям. Наибольшее количество зим с экстремальными значениями высоты СП наблюдалось в Миньярово (20 %). Что касается запасов воды в СП, можно сказать следующее: большие аномалии за этот период всего встречались в Бугульме, Азнакаево и Дрожжаном (17, 14 и 16 лет), реже всего - в Бурундуках и Миньярово (6 и 7 лет). Однако экстремальные аномалии часто отмечались в Миньярово, Кукморе и Бурундуках (10 - 15 %). Экстремальные аномалии по запасам воды в СП не зарегистрированы в Бугульме и Поповке, но, как было сказано выше, на этих станциях из года в год отмечаются устойчиво высокие значения запасов воды в СП, близкие к экстремальным аномалиям.

Таблица 1
Высота снежного покрова, см (1961 - 2001 гг.)

станция	\bar{X}	Xmax	Xmin	Δ	σ	коэф. вариации	$ X_i - \bar{X} $ > σ	$ X_i - \bar{X} $ > 2σ
Агрыз	45,0	90	25	65	14,42	0,32	7	4
Азнакаево	38,0	60	21	39	10,49	0,28	15	1
Аксубаево	34,0	84	17	67	13,78	0,41	5	2
Акташ	33,0	89	18	71	14,41	0,44	6	2
Арск	37,0	81	20	61	12,68	0,34	9	2
Б.Кайбицы	32,0	68	12	56	12,66	0,40	7	3
Бугульма	46,0	65	24	41	12,03	0,26	15	0
Буинск	33,0	68	14	54	13,32	0,40	11	2
Бурундуки	29,0	57	11	46	10,74	0,37	10	5
Вязовые	35,0	65	19	46	11,1	0,32	9	3
Дрожжаное	32,0	68	10	58	14,53	0,45	12	1
Елабуга	51,0	81	30	51	13,29	0,26	12	1
Казань	51,0	80	26	54	14,4	0,28	13	2
Кукмор	36,0	72	17	55	11,73	0,33	12	4
Лаишево	46,0	82	25	57	14,38	0,31	10	3
Мензелинск	40,0	69	19	50	12,68	0,32	9	3
Миньярово	23,0	48	9	39	9,29	0,40	10	9
Муслюмово	31,0	63	13	50	10,08	0,33	10	2
Поповка	40,0	57	19	38	10,75	0,27	11	5
Тетюши	33,0	66	16	50	12,43	0,38	9	3
Утяшкино	39,0	72	24	48	12,21	0,31	10	5
Чистополь	33,0	73	9	64	14,18	0,43	7	3
Чулпаново	38,0	79	19	60	11,98	0,32	6	2

среднее по РТ	37,2	71,2	18,1	12,5	9,8	2,9
---------------	------	------	------	------	-----	-----

Таблица 2
Запас воды в снежном покрове, мм (1961 - 2001 гг.)

станция	\bar{X}	Xmax	Xmin	Δ	σ	коэф. вариации	$ X_i - \bar{X} $ $> \sigma$	$ X_i - \bar{X} $ $> 2\sigma$
Агрыз	121,6	218	51	167	35,78	0,29	10	2
Азнакаево	116,0	192	58	134	37,76	0,33	14	1
Аксубаево	102,2	195	52	143	32,48	0,32	10	2
Акташ	89,1	185	34	151	33,6	0,38	11	1
Арск	116,9	251	58	193	41,69	0,36	12	1
Б.Кайбицы	109,6	238	37	201	38,45	0,35	9	2
Бугульма	143,4	230	71	159	44,49	0,31	17	0
Буинск	99,1	191	43	148	35,09	0,35	13	1
Бурундуки	97,8	199	39	160	36,91	0,38	6	4
Вязовые	108,8	240	42	198	40,46	0,37	8	3
Дрожжаное	108,3	182	29	153	39,98	0,37	16	1
Елабуга	139,7	259	70	189	45	0,32	10	2
Казань	140,9	241	68	173	45,59	0,32	13	1
Кукмор	113,2	223	51	172	38,82	0,34	8	7
Лаишево	137,2	246	68	178	43,35	0,32	11	3
Мензелинск	119,5	221	53	168	39,29	0,33	10	2
Миньярово	74,1	142	24	118	29,54	0,40	7	4
Муслюмово	90,5	162	37	125	29,47	0,33	11	2
Поповка	116,9	177	53	124	34,29	0,29	13	0
Тетюши	112,0	202	39	163	39,78	0,36	12	1
Утяшкино	118,7	193	60	133	35,39	0,30	11	2
Чистополь	113,6	224	25	199	46,12	0,41	11	1
Чулпаново	125,6	245	53	192	36,39	0,29	8	2

среднее по РТ	113,7	211,1	48,5	38,25	10,9	2,0
---------------	-------	-------	------	-------	------	-----

Были вычислены отклонения от среднего многолетнего значения по высоте СП и по запасам воды в СП, и эти данные были осреднены по всей республике. По результатам вычислений были построены графики для высоты СП (рис. 2) и запасов воды в СП (рис. 3).

Как видно из этих графиков, отклонения от средних многолетних значений носят как положительный так и отрицательный характер. Можно выделить особенно большие аномалии и по высоте снега и по запасам воды в нем. Это зимы 1967-68 гг., 1978-79 гг. с положительными отклонениями и зимы 1971-72 гг., 1983-84 гг. с отрицательными аномалиями. Эти годы также выделяются и при вычислении индексов Багрова и Токарева (рис. 4 и 5), которые являются показателями возмущенности и неоднородности распределения снежного покрова во времени.

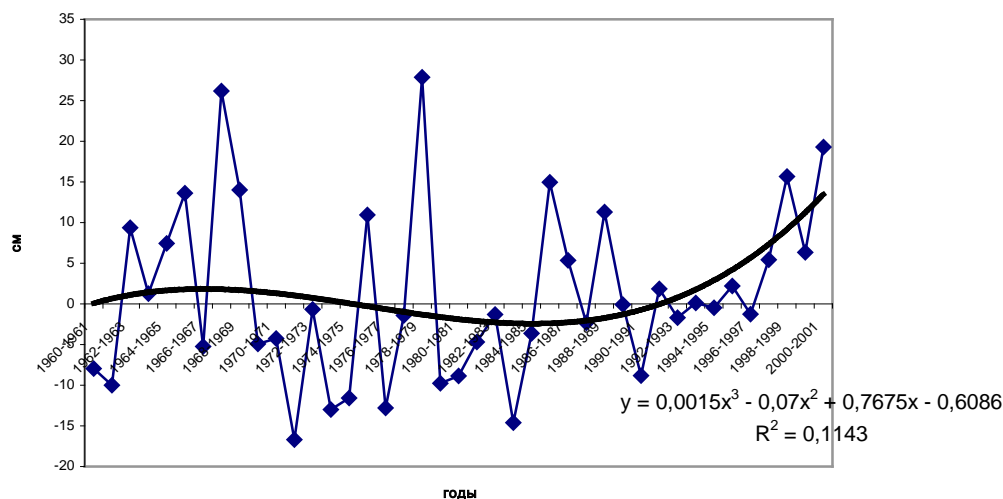


Рис. 2 Временная изменчивость высоты снежного покрова в РТ (см), 1961-2001 гг.

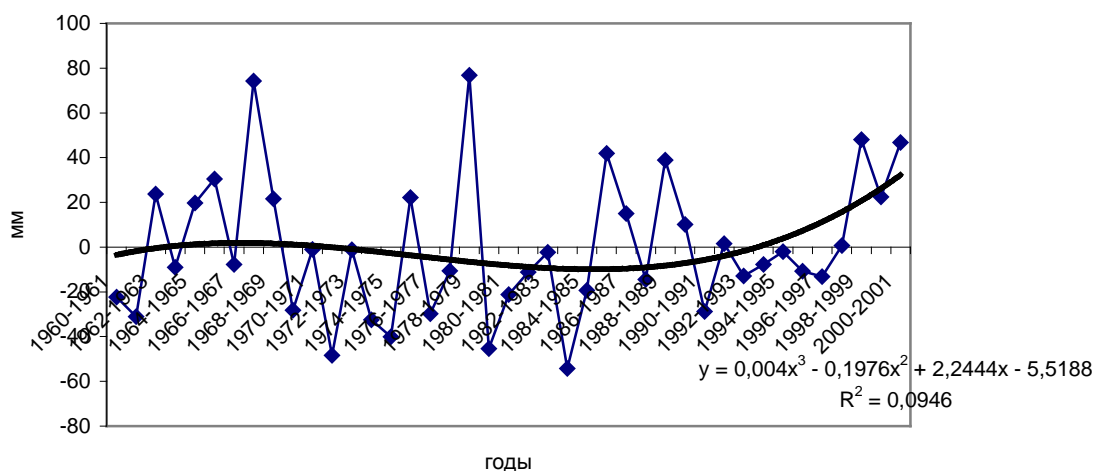


Рис. 3 Временная изменчивость запасов воды в снежном покрове в РТ (мм), 1961-2001 гг.

Следует отметить, что промежуток времени между двумя максимумами и двумя минимумами равен 11-12 годам, то есть совпадает с 11-летним циклом солнечной активности. Периодами повышенной солнечной активности за исследуемый период считаются годы с 1967 по 1970, с 1978 по 1981, с 1989 по 1992, с 1999 по 2000. Именно на эти промежутки времени приходятся самые большие положительные отклонения, как по высоте снежного покрова, так и по запасам воды в нем. Годами с пониженной солнечной активностью были 1960-63 гг., 1964-66 гг., 1971-75 гг., 1976-77 гг., 1982-83 гг., 1986-88 гг., 1993-95 гг., 1996-98 гг. На эти отрезки времени приходятся как положительные, так и отрицательные аномалии небольшие по абсолютной величине. В некоторых случаях происходит запаздывание отрицательного отклонения на 1 год. Однако годы с самыми большими отрицательными отклонениями не совпадают ни с периодами пониженной солнечной активности, ни с периодами повышенной активности Солнца (зимы 1979-80 гг., 1983-84 гг.). Годами солнечного максимума были 1968, 1979, 1990, 2000. На них приходятся самые значительные положительные отклонения, кроме зимы 1990 года, когда аномалия носила положительный характер, однако не была экстремальной. В работе также была выделена цикличность в распределении параметров снежного покрова, которая совпала циклами солнечной активности. Кроме того, видно, что в последнее десятилетие XX века отмечается постепенное увеличение высоты снежного покрова и запасов воды в нем. Положительные аномалии носят устойчивый характер и возрастают со временем.

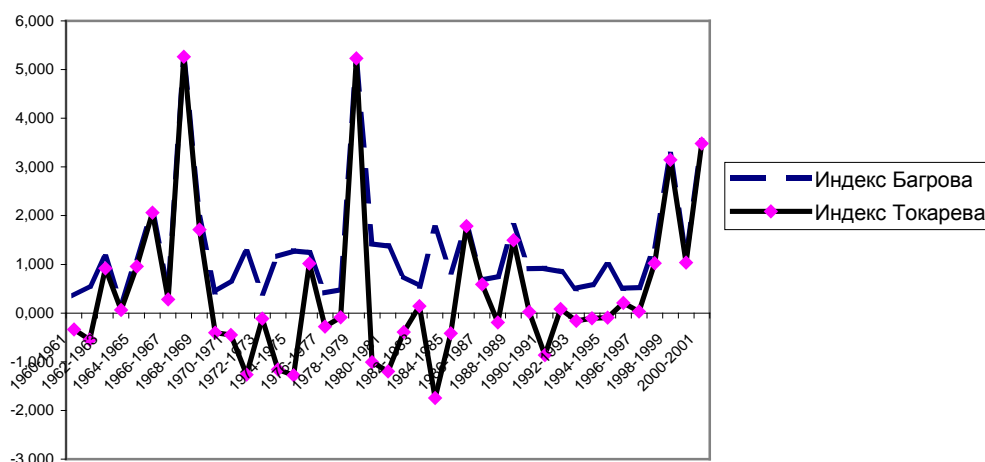


Рис. 4 Соотношение индексов Багрова и Токарева для высоты снежного покрова в РТ с 1961 по 2001 гг.

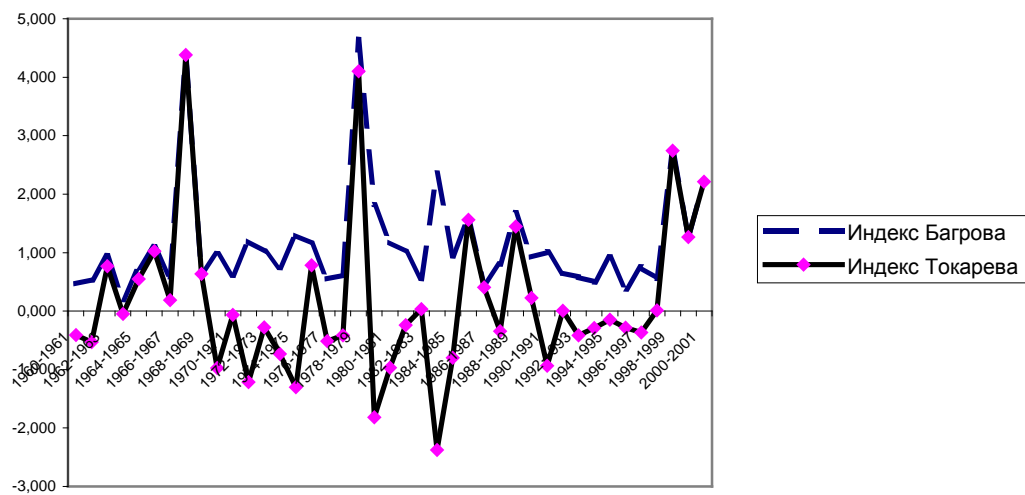


Рис. 5 Соотношение индексов Багрова и Токарева для запасов воды в снежном покрове в РТ с 1961 по 2001 гг.

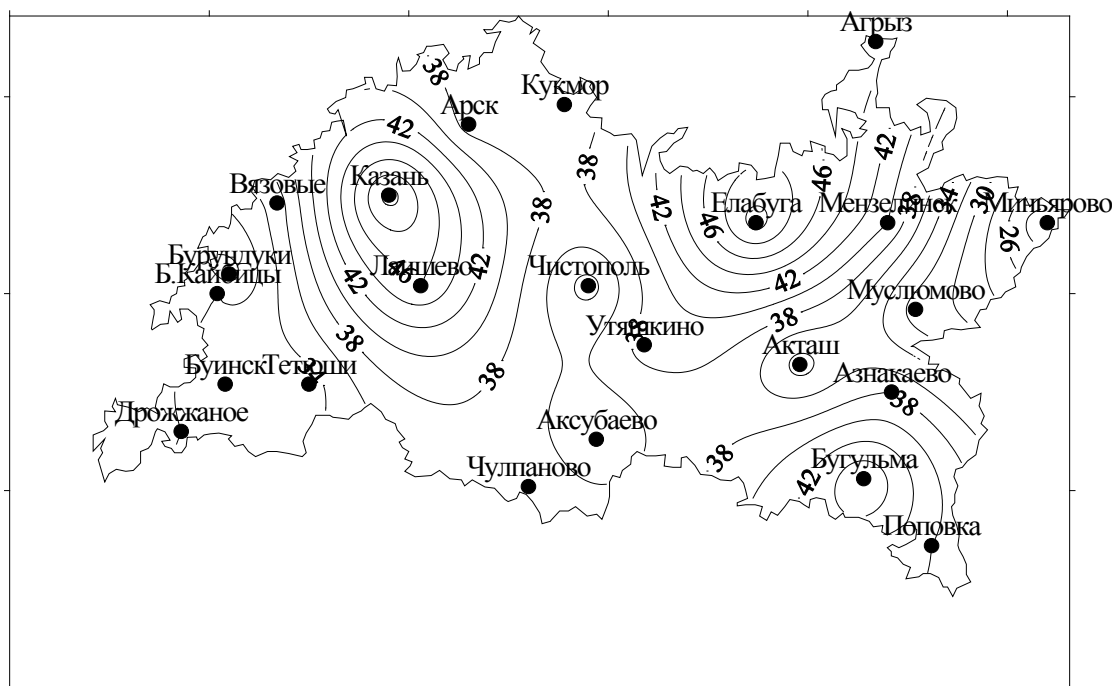


Рис. 6. Средняя многолетняя высота снежного покрова в Татарстане (см), 1961-2001 гг.

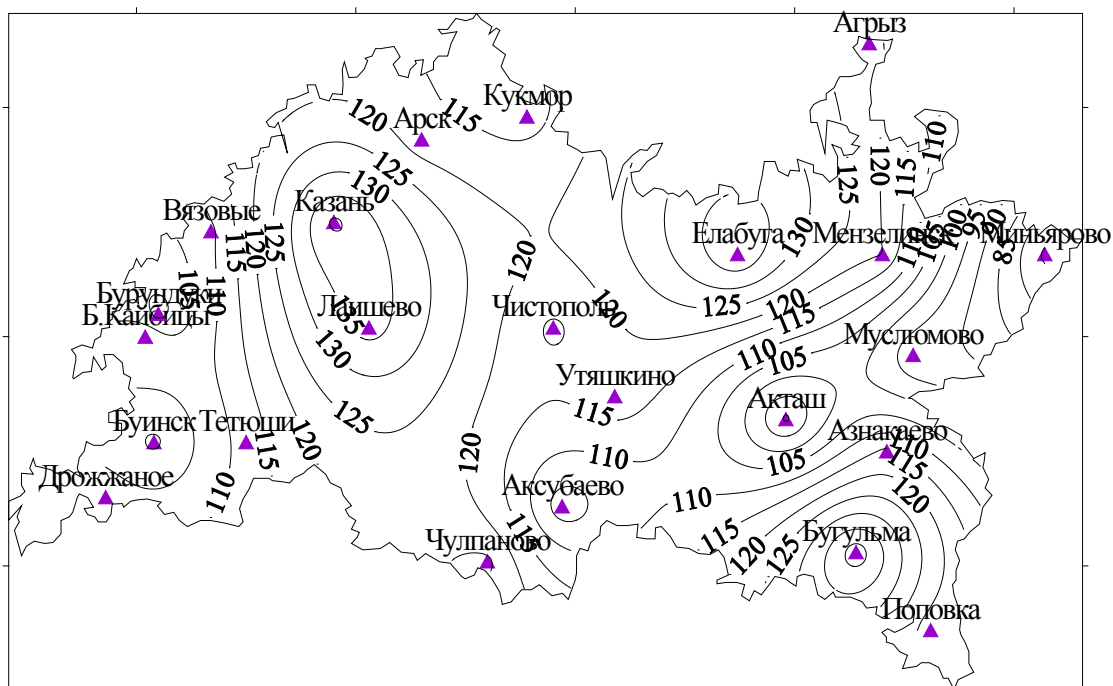


Рис. 7. Средние многолетние запасы воды в снежном покрове в РТ (мм), 1961-2001 гг.

Известно, что водохранилища заметно, а нередко и значительно воздействуют на окружающую среду, вызывая изменения природных и хозяйственных условий на прилегающих территориях. Естественно, что наряду с заранее запланированными благоприятными последствиями возникают последствия негативного, неблагоприятного характера.

В результате появления в речных долинах больших водных масс, аккумулирующих и затем медленно отдающих огромное количество тепла, большой ширины водного зеркала и других факторов над самими водоемами и на прилегающих территориях изменяются микроклиматические условия. Эти изменения касаются практически всех элементов климата: радиационного баланса, температуры, количества осадков, влажности, ветрового режима. Влияние водохранилищ на климат может проявляться на расстоянии до 30-60 км.

Как правило, в литературе приводятся данные о функционировании водохранилищ в теплое время года. Влияние водохранилищ на окружающую среду и климат можно проследить и в зимний период. На территории водохранилищ в РТ в течение холодного периода года наибольшую повторяемость имеют ветры южной четверти - 47,7 %. Водоохранилища внесли некоторые изменения в ветровой режим прилегающих к ним территорий. Они

выразились в увеличении скорости ветра над водной поверхностью и в прибрежной зоне суши, а так же в изменении суточного хода скорости ветра.

Создание в 1956 году Куйбышевского водохранилища, а в 1979 году Нижнекамского вызвали следующие последствия: изменение климатических характеристик в районах водохранилищ. Ветровой режим изменился вследствие трансформации подстилающей поверхности в зимний период. Это привело к резкому увеличению количества снега в районах прилегающих к водохранилищам. Данные по Лаишево это хорошо подтверждают. Нижнекамское водохранилище имеет не меньшее влияние на распределение снежного покрова. Наиболее близкой станцией с длинным рядом наблюдений является Елабуга. Выявление очага максимальных значений высоты снежного покрова и запасов воды в нем подтверждает, что даже на расстоянии от водохранилища оно оказывает влияние на перераспределение снежного покрова на территории РТ. Однако интерес представляет не столько высота снега, сколько запасы воды в СП. Известно, что весенний влагозапас в почве напрямую зависит от запасов воды в СП в конце зимы. Перераспределение запасов воды в снежном покрове с учетом влияния водохранилищ оказалось достаточно выгодным для сельского хозяйства. Планируемое повышение уровня Нижнекамского водохранилища с 62 м до 68 м приведет к увеличению площади поверхности водохранилища более чем в два раза (с 1,084 тыс. км² до 2,57 тыс. км²), что наряду с другими последствиями повлечет за собой значительное увеличение запасов воды в снежном покрове на прилегающей территории, что в свою очередь повысит влагосодержание почвы весной, а это позволит сэкономить бюджетные деньги на работах по снегозадержанию.

Увеличение продолжительности залегания УСП, высоты СП и запасов воды в СП в Казани, вероятно, связано не столько с влиянием водохранилища, сколько с ростом городской застройки и увеличением объемов производства. Однако и первая причина, и вторая являются следствием антропогенного влияния на климат.

Установлены особенности поведения снежного покрова в зависимости от растительности данной местности. Для того чтобы показать влияние растительности на распределение снежного покрова рассматривались данные снегомерных наблюдений, проводимых в Раифском заповеднике в период с 1963 по 1973 гг. под руководством проф. А. С. Тайсина в конце зимы, когда высота и плотность СП были максимальными. Показана зависимость между высотой СП и глубиной промерзания почвы.

В заключении приводятся основные итоги работы, формулируются общие выводы:

1. Выявлена четкая тенденция на территории РТ к увеличению зимних сумм осадков, росту средней зимней температуры воздуха, что подтверждается преобладанием западной формы циркуляции в конце XX столетия.

2. С помощью индекса Педя установлено, что континентальность климата уменьшилась, а зимы на территории РТ стали более теплыми и многоснежными.

3. Показано, что во второй половине XX столетия произошло смещение дат установления и разрушения снежного покрова к более поздним срокам. Так в Татарстане УСП образуется 17 ноября, разрушается – 9 апреля (в Казани – 19 ноября и 12 апреля соответственно). При средней многолетней продолжительности залегания УСП в РТ равной 143 дням имеется тенденция к увеличению продолжительности залегания снежного покрова в целом по республике, особенно в районах водохранилищ.

4. Установлена статистическая зависимость между продолжительностью залегания УСП и средними температурами воздуха за холодный период.

5. Вычислено, что максимальные значения высоты СП в 1,5-2,5 раза превышают средние многолетние значения. Для запасов воды в СП максимальные значения отличаются от средних многолетних в 1,5-2,0 раза. Максимумы в 3 - 6 раз превышают минимальные значения, как по высоте СП, так и по запасам воды в СП. Положительные аномалии носят устойчивый характер и возрастают со временем.

6. Установлено, что максимальным значениям высоты СП и запасам воды в снеге соответствуют периоды повышенной солнечной активности. Кроме того, самые значительные положительные аномалии высоты снега и запасов воды были отмечены в годы солнечного максимума.

7. Выявлена пространственная структура распределения снежного покрова. Показано, что очаги максимальных высот СП и запасов воды в снеге оказываются приуроченными к водохранилищам.

8. Подтверждена зависимость высоты снежного покрова и глубины промерзания почвы от растительности данной местности на примере Раифского заповедника.

Список публикаций по теме диссертации

1. Изменчивость запасов воды в снежном покрове Республики Татарстан. Вестник Татарстанского отделения Российской экологической академии № 3-4, 2002. г. Казань. С. 85-89.
2. The dynamics of snow cover level in the Tatarstan since the year of 1961 till 2001. Environmental radioecology and applied ecology. Vol. 9 No. 1 2003. P.35-45.
3. Продолжительности залегания устойчивого снежного покрова в Республике Татарстан в период 1961-2001 гг. Вестник Татарстанского отделения Российской экологической академии № 2, 2004. Изд-во «Экоцентр», г. Казань. С. 5-9.
4. О продолжительности залегания снежного покрова в Республике Татарстан в период с 1961 по 2001 г. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 200-летию Казанского университета «Современные глобальные и региональные изменения геосистем». Казань, 2004. С. 272-274.